



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

“ANALISIS COMPARATIVO DE COLOR DE LUXACROWN Y EQUIA
FORTE AL ESTAR EXPUESTOS A COLORANTE ARTIFICIAL”

Tesis

Que como parte de los requisitos
para obtener el Diploma de la

ESPECIALIDAD EN ODONTOLOGÍA

Presenta:

M. E. Diana Montes Fabela

Dirigido por:
E. O. Laura Adriana Servín Maxemín

Querétaro, Qro. a junio 2023

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciatario no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciatario.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.

Resumen

Introducción: La enfermedad de caries dental en la población pediatrica afecta principalmente al sector anterosuperior, en donde el principal objetivo es lograr tratamientos estéticos. **Objetivo:** Determinar cuál material presenta menor cambio de color el Luxacrown o el Equia Forte, al estar expuesto a soluciones con colorante artificial durante una semana. **Material y métodos:** Estudio experimental *in vitro*, especímenes en forma de disco de 15 mm de diámetro por 2 mm de alto, los especímenes se dividieron en cuatro subgrupos y se sumergieron en distintas soluciones con colorantes, se cuantificó el cambio de color usando un medidor de color digital mediante imágenes fotograficas. **Resultados:** Los valores de cambio de color de ambos materiales se mantuvieron estables, sin embargo al compararlos de manera individual presentaron diferencias estadísticamente significativas ($p<0.05$). **Conclusión:** Bajo las condiciones de este estudio el Equia FORTE y el Luxacrown presentan cambio de color al estar expuestos a soluciones con colorantes artificiales durante una semana.

(**Palabras clave:** Luxacrown, equia forte, color, resina, bisacrílica, ionomero.)

Summary

Introduction: Dental caries disease in the pediatric population mainly affects the anterosuperior sector, where the main objective is to achieve aesthetic treatments. **Objective:** Determine which material shows less color change, Luxacrown or Equia Forte, when exposed to solutions with artificial coloring for one week. **Material and methods:** *in vitro* experimental study, disc-shaped specimens of 15 mm diameter by 2 mm high, the specimens were divided into four subgroups and immersed in different dye solutions, the color change was quantified using a digital color meter by photographic images. **Results:** The color change values of both materials remained stable; however, when compared individually, they presented statistically significant differences ($p<0.05$). **Conclusion:** Under the conditions of this study, Equia FORTE and Luxacrown show color change when exposed to solutions with artificial colorants for one week.

(**Key words:** Luxacrown, equia forte, color, bisacrylic, resin, glass ionomer)

Dedicatorias

A mis padres Ma. del Carmen Fabela Olmos y Santiago Montes Hernández por guiarme y apoyarme siempre para lograr mis sueños, por ser esas aguilas que avientan para emprender el vuelo. A mi hermano Daniel Montes Fabela por enseñarme sobre la valentía y el amor al prójimo. A María de los Ángeles Olmos Urrutia, por enseñarme que el aprendizaje es un regalo, que la capacidad de aprender se desarrolla con el tiempo y la voluntad para aprender es una decisión. A Federico Eduardo Fabela Olmos por ser siempre un apoyo incondicional. Gracias por tu ayuda constante, por estar presente en cada paso del camino y por creer en mí. A César Omar González Rocha por hacer de mis sueños sus sueños.

Agradecimientos

A todos mis docentes, gracias por su paciencia, su apoyo y por compartir sus conocimientos y experiencias, gracias por hacerme una mejor persona y una mejor especialista, para tomar siempre las mejores decisiones para mis pacientes.

Agradezco a Pau y a Monse quienes me hicieron más ligero este viaje, quienes estuvieron para mi cuando más difícil estaba el panorama, gracias por todas las risas, por todos los consejos y por hacerme ver la vida de una manera más bonita. Su amistad la atesoro con el alma, gracias por ir en este tren conmigo.

A mis padres que siempre han estado junto a mí, quienes me han impulsado como nadie más lo haría, que me han dado toda la paciencia y el amor para lograr mis metas, que nunca limitaron mi formación, sacrificando cualquier cosa por cumplir mis sueños y anhelos, este logro es de ustedes.

A Ma y a Tío su apoyo y cariño han sido fundamentales para lograr esta meta, los llevo conmigo en cada logro.

A César que me acompañó en todo este proceso, que estuvo para mi cada noche, siendo mi confidente y mi apoyo, siempre dandome los mejores consejos, ayudandome, amandome y protegiendome hasta de mi misma.

A CONACYT, por darme esta gran oportunidad como estudiante, para que siga impulsando a los estudiantes en el futuro.

Índice

Contenido	Página
Resumen	i
Summary	ii
Dedicatorias	iii
Agradecimientos	iv
Índice	v
Índice de cuadros	vi
Abreviaturas y siglas	vii
I. Introducción	1
II. Antecedentes	3
III. Fundamentación teórica	6
IV. Hipótesis	11
V. Objetivos	12
V.1 General	12
V.2 Específicos	12
VI. Material y métodos	13
VI.1 Tipo de investigación	13
VI.2 Población o unidad de análisis	13
VI.3 Muestra y tipo de muestra	13
VI.3.1 Criterios de selección	14
VI.3.2 Variables estudiadas	15
VI.4 Metodología	15
VI.5 Procedimientos	15
VI.5.1 Análisis estadístico	21
VI.5.2 Consideraciones éticas	22
VII. Resultados	23
VIII. Discusión	27
IX. Conclusiones	29

X. Propuestas	29
XI. Bibliografía	30
XII. Anexos	36
XII.1 Hoja de recolección de datos	36

Índice de cuadros

Cuadro	Contenido	Página
VII.1	Comparación de los valores de promedio de color (RGB) de Equia FORTE y Luxacrown al estar expuestos a soluciones con colorantes artificiales.	24
VII.2	Comparación de los valores de color (RGB) de Equia FORTE al estar expuestos a colorante artificial de diferentes soluciones.	24
VII.3	Comparación del parámetro R' de color final Post Hoc entre soluciones de Equia FORTE.	24
VII.4	Comparación del parámetro G' de color final Post Hoc entre soluciones de Equia FORTE.	24
VII.5	Comparación del parámetro B' de color final Post Hoc entre soluciones de Equia FORTE.	25
VII.6	Comparación de los valores de color (RGB) de Luxacrown al estar expuestos a colorante artificial de diferentes soluciones.	25
VII.7	Comparación del parámetro R' de color final Post Hoc entre grupos de Luxacrown.	26
VII.8	Comparación del parámetro G' de color final Post Hoc entre grupos de Luxacrown.	26
VII.9	Comparación del parámetro B' de color final Post Hoc entre grupos de Luxacrown.	26

Abreviaturas y siglas

C	Colorante rojo
M	Motrin
V	Violeta de Genciana
A	Agua estéril
R	Parámetro rojo
G	Parámetro verde
B	Parámetro azul
R'	Parámetro rojo después de estar expuesto a soluciones con colorantes artificiales.
G'	Parámetro verde después de estar expuesto a soluciones con colorantes artificiales.
B'	Parámetro azul después de estar expuesto a soluciones con colorantes artificiales.
Equia	Equia FORTE
LC	Luxacrown

I. Introducción

La caries dental es una enfermedad dinámica mediada por la biopelícula, dirigida por el consumo habitual de azúcares refinados, de origen multifactorial, que resulta en la desmineralización y remineralización de los tejidos duros del diente, determinada por factores biológicos, psicosociales y de comportamiento, que están íntimamente ligados al entorno del individuo que la presenta (Tinanoff et al., 2019).

Cabe destacar que, en niños con dentición primaria, se ha determinado que los dientes más afectados por caries son los incisivos superiores y los primeros molares de dentición primaria debido a su patrón de erupción, mientras más tiempo ha estado el diente expuesto a caries mayor será su afectación, mientras que los incisivos inferiores estarán protegidos por los movimientos de la lengua, que dirigen la saliva originaria de las glándulas submandibulares y sublinguales (Kawashita et al., 2011).

A partir de la necesidad de rehabilitar las lesiones cariosas que se presentan en dientes deciduos, se han implementado diferentes técnicas y materiales que satisfacen los requerimientos estéticos. La estética, por definición es la ciencia de la belleza y compone a cualquier detalle en particular que se hace armonioso o atractivo a la vista (Sahana et al., 2010).

Dentro de las técnicas para los tratamientos restauradores estéticos en pacientes pediátricos se encuentran las restauraciones extra dentales tales como las coronas de zirconio, coronas de fundas de celuloide, coronas fenestradas y las coronas de metal con frente estético, ya sean prefabricadas o realizadas en el consultorio (Ramírez et al., 2017).

Usualmente este tipo de restauraciones de dientes primarios las encontramos en el sector anterosuperior, donde su principal objetivo no solo es la

estética sino contribuir en el desarrollo psicosocial del niño (Judd et al., 1995; Adusumilli et al., 2016).

Entonces podemos encontrar ciertos desafíos al intentar restaurar estas lesiones, tales como; el pequeño tamaño de los dientes, la proximidad de la pulpa con la superficie del diente, la delgada porción de esmalte para adherir algún material y quizá el definitivo para el éxito del tratamiento será el manejo de conducta del paciente (Lee et al., 2002; Waggoner, 2004).

El conocer los factores etiológicos del cambio de color de una restauración, es fundamental para ofrecer una correcta elección de los materiales a utilizar en cada caso de rehabilitación estética, el hecho de presentar algún cambio de color en los materiales podría comprometer la estética y la función del tratamiento, lo que se encuentra como una de las razones más comunes para hacer un remplazo del material de restauración (Afzali et al., 2015).

II. Antecedentes

Existe poca información acerca de las tinciones ocasionada por colorantes artificiales en los materiales dentales, dirigidos a su uso en odontopediatría. Hay literatura que muestra múltiples factores etiológicos del cambio de color, siendo ciertos medicamentos y alimentos con colorantes los que pueden generar dicho cambio de color en las restauraciones; por lo que se debe considerar el empleo de un material que genere el menor cambio de color y que involucre la funcionalidad y estética del órgano dentario.

Savas et al. (2019) evaluó los efectos de consumir con regularidad bebidas con colorantes artificiales y como afecto en el cambio de color de varios materiales de restauración. Se prepararon veinticuatro muestras de cada material: entre ellos se usaron dos resinas; Filtek Z250, Filtek Z550 y el cemento ionómero de alta viscosidad Equia Forte, se colocaron las muestras en cuatro soluciones; agua destilada, té negro, café y refresco de cola, a temperatura ambiente durante una semana. Se tomaron los valores de color antes de ser sometidos a la exposición de estas bebidas y después de una semana de estar expuestos. Se observó que el mayor cambio de color fue en las muestras de Equia Forte, mientras que el menor de los cambios de color fue en Filtek Z550, el mayor grado de cambio de color fue observado en todos los materiales que fueron sometidos a café y refresco de cola.

En cambio, Mohan et al. (2021) evaluó el efecto en el que ayuda el Equia Forte Coat a mantener una estabilidad de color, a diferencia de solo colocar Equia Forte. Se prepararon sesenta discos de Equia Forte divididos en dos grupos, treinta de los discos no se colocó Equia Forte Coat, todos los discos fueron colocados en refresco de cola durante una semana, los cambios de color de las muestras fueron determinados mediante el uso de un colorímetro, la diferencia de color se calculó mediante el método de la Commission Internationale de l'Éclairage (CIELAB) o $L^*a^*b^*$. Y expresó que había una diferencia significativa teniendo menos cambio de color el grupo al que se le aplicó el Equia Forte Coat.

En el estudio de Čulina et al. (2022) se evaluó el cambio de color de varios cementos de ionómero de vidrio después de ser expuesto a diferentes soluciones realizando mediciones de pH. Se realizaron tres grupos con veintidós muestras cada uno en el que se usaron Equia Forte sin Coat, Fuji IX y Ketac Universal. Cada grupo se dividió en tres subgrupos, estos fueron expuestos a distintas soluciones; agua destilada, té verde con un pH de 3.78 y vinagre balsámico con un pH de 3.0. Se hizo una medición de los valores $L^*a^*b^*$ antes de ser evaluados, las muestras de los subgrupos de té verde y vinagre balsámico fueron expuestos a este medio 2 veces al día por 10 minutos durante un periodo de catorce días. Los cambios de los valores $L^*a^*b^*$ fueron significativos debido a que el valor L^* disminuyo más en las muestras que fueron expuestas a vinagre balsámico que en té verde y los valores a^* y b^* se incrementaron. El valor de DeltaE en el material de Equia Forte fue entre los 8.21 y 15.71 lo que significa que es clínicamente insuficiente para las restauraciones que requieren un alto grado estético.

Sulaiman et al. (2021) realizaron el análisis comparativo de las características ópticas de la resina bisacrílica, se prepararon veinte especímenes con un molde de metal de acuerdo con la norma ADA 27- 2016 con medidas de 15 mm x 2 mm con Luxacrown, Filtek, Supreme Ultra y Enamic, se dividieron en cuatro subgrupos y cada subgrupo se expuso a café, jugo de uva, agua destilada y agua destilada termo ciclada a 55°, cada muestra se colocó durante 30 segundos. Se realizaron mediciones de los valores L^* y C^* pre y post envejecimiento artificial, los datos de diferencia de color arrojaron que el grupo de muestras de Enamic fue el que menos cambios de color tuvo, a su vez el grupo que fue expuesto a café fue el que presentó más cambios en sus valores.

Coutinho et al. (2021) mediante una evaluación comparativa de cuatro resinas bisacrílicas; Luxacrown, Protemp4 y Heat Cure PMMA, realizaron 40 especímenes de 15 mm de diámetro por 2 mm de grosor, usando un molde de metal de acuerdo a la especificación número 27 de la Asociación Dental Americana, de cada material y fueron divididos en cuatro grupos de diez especímenes, cada grupo

fue expuesto a tres soluciones y saliva artificial, los valores de color fueron medidos antes de la inmersión, después de un día, después de una semana, después de un mes, después de tres meses y después de tres meses mediante espectrofotometría, se observó el menor cambio de color en Heat Cure PMMA seguido de Luxacrown cuando estuvo inmerso en saliva artificial, té y café.

De acuerdo con Mohammadi et al. (2021), que demostraron mediante un estudio *in vitro* que se puede juzgar la aproximación de la selección del color usando la cámara de un celular inteligente además de analizarlo en el software Adobe Photoshop, realizando la captura de imágenes con la cámara de un iPhone 7 en modo automático, las imágenes se tomaron sin usar el filtro polarizado y usando el flash del dispositivo, se fotografiaron diez veces, nueve muestras de color del colorímetro de Vita Classic, se analizaron con Chromatcher versión 1.0, Adobe Photoshop CC 2014 en Windows y en Smile Lite, cada muestra se fijó en un lugar delineado con espuma de poliestireno creando un diámetro de 4 mm alrededor de la misma, se fijó el teléfono inteligente con un trípode, así como la distancia entre la cámara y la sombra del delineado de poliestireno a 8 cm, después se sometieron a colorimetría usando SpectroShade y sus parámetros de color CIE $L^*a^*b^*$, fueron registrados como referencia. Se analizaron mediante Chromatcher usando Vita Classic y Adobe Photoshop en forma de parámetros de color de CIE $L^*a^*b^*$. Para dar resultados en que Photoshop tuvo una aproximación del color de un 98.88%, mientras que Chromatcher de un 100%, aunque la validación del software de Photoshop es significativamente alta en comparación a cualquier otro programa de calibración de fotografías.

III. Fundamentación teórica

Actualmente, existe una gran gama de materiales restaurativos, que algunos por sus características llegan a ser biocompatibles y bioactivos, lo que nos permite alcanzar el objetivo estético y funcional de las restauraciones (Yoonis et al., 2009).

Uno de los materiales más usados en odontopediatría para realizar restauraciones estéticas del sector anterior son los cementos de ionómero de vidrio, los composites modificados con ácido poliacrílico y las resinas. Usualmente las restauraciones de ionómero de vidrio son las más utilizadas en odontología pediátrica debido a sus características bioactivas, tales como propiedades anticariogénicas y la habilidad de liberar flúor al medio bucal. Por lo que usualmente el cambio de color en una restauración representa un problema al momento de colocar restauraciones a largo término, esto llega a desenvolverse debido a factores intrínsecos y extrínsecos. Los cambios de color que son considerados intrínsecos están relacionados a la matriz de contenido y el tamaño de las partículas de relleno de los diferentes materiales, en cambio los factores extrínsecos están relacionados al cambio de color debido a la absorción de colorantes, que podemos encontrar en bebidas o medicamentos (Yildirim et al., 2020).

Gracias a los avances más recientes en odontología restauradora, se han introducido restauraciones extra-coronales hechas de resinas bisacrílicas, Luxacrown es un material autopolimerizable para la fabricación de puentes y coronas semi permanentes, que se ha implementado para proveer de un tratamiento estético estable en dentición permanente joven, que debería ser considerado como una opción de restauración para dientes deciduos con caries o que han sufrido algún traumatismo. Luxacrown ofrece una alternativa a las coronas preformadas, ya que dentro de sus propiedades podemos encontrar una excelente fuerza a la flexión,

además de lograr una estética específica para cada paciente, individualizando aún más el tratamiento restaurador (Gupta et al., 2020).

El color es un parámetro que varía dependiendo de tres factores, la luz, el objeto y el observador. A pesar de que la luz y el objeto son factores estables, el observador hace que la percepción del color sea subjetiva y que, al querer estandarizar el color pueda resultar complejo. A lo largo de la historia se han utilizado varios sistemas para establecer el color que vemos en una restauración y en los dientes mismos. Se ha empleado la medición visual, en la que se usa una guía de colores y la compara con el color del diente que se restaurará (Van Der Burgt et al., 1990).

El método de la medición visual es el más frecuente, rápido y económico para establecer el color, sin embargo, está sujeto a múltiples variables del observador, tales como la edad, la capacidad visual, la experiencia y la fatiga visual; a pesar de esto, el ojo humano es capaz de distinguir pequeños cambios de color entre dos objetos y además puede ser entrenado para refinarse (Watts et al., 2001).

El espectrofotómetro, que mide las longitudes de onda, nos da un color mucho más exacto de los objetos, pero requiere de un equipo, caro, complejo y difícil de manejar en el área clínica. El colorímetro es uno de los sistemas más accesibles que se emplea para realizar una medición precisa de manera rápida, este se basa en dos de los sistemas más usados a nivel mundial, uno es el sistema Munsell y el otro es un sistema creado por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE), en donde se compara el color percibido con una serie estandarizada y ordenada de fichas de colores en los que se describen los colores en un sistema de coordenadas de manera tridimensional; dando las variables de matiz, valor y croma (Tung et al., 2002).

En la actualidad, uno de los sistemas más novedosos para realizar una medición de color, son los de análisis computarizados de imágenes fotográficas, ya que, con el hecho de tomar una fotografía, nos simplificará la búsqueda de los valores en diferentes modelos de color (Bentley et al., 1999).

Gracias a muchos de los avances tecnológicos vanguardistas, se pueden adquirir de manera sencilla algunos tipos de cámaras digitales, las cuales organizan la información de un objeto dividiéndola en 3 grupos; roja, verde y azul, que se utilizará para crear una imagen en color. El modelo RGB es un sistema en el que se suman los haces de luces; rojos, verdes y azules en varias maneras para reproducir una amplia gama de colores, la toma de imágenes digitales de alta definición puede permitir llevarlas a distintos softwares de análisis fotográfico para determinar si un determinado material ha cambiado de color y revisar la etiología de este cambio (Chu et al., 2010).

Entonces, se puede determinar que la estabilidad de color es un parámetro esencial utilizado para alcanzar estética en las restauraciones a largo plazo, la pigmentación postoperatoria del material con el que se ha restaurado representará un problema significativo y se podría ver reflejado con el cambio de color que dependerá del tamaño de partículas de relleno que contenga el material (Adusumilli et al., 2016).

Entonces, el cambio de color de manera externa se relaciona a ciertas pigmentaciones de manera superficial y usualmente se muestra como un daño o algún tipo de penetración o reacción, a la estructura interna afectando la estética (Dietschi et al., 1994).

Usualmente los medicamentos en distintas presentaciones que son prescritos a pacientes pediátricos que cursan enfermedades crónicas como analgésicos, antibióticos, antihistamínicos, antiepilepticos, multivitamínicos y

antitusígenos contienen en su fórmula ciertos colorantes que pueden afectar las restauraciones al ser consumidas por un largo periodo de tiempo (Tüzüner et al., 2017).

Con el paso del tiempo se ha buscado el objetivo de estudiar la degradación que estos materiales llegan a tener debido a los ácidos no relacionados con bacterias ya que estos pueden llegar a tener el potencial para producir lesiones erosivas en los dientes o cierta degradación superficial de los materiales de restauración y si contienen colorantes en su composición, inducirán cierto grado de absorción de manera superficial (Nunn et al., 2001).

El color del diente depende de distintos fenómenos que se producen cuando la luz incide sobre el diente, uno de ellos es la transmisión del espectro de luz a través del diente, el segundo es la reflexión de la luz en la superficie externa, el tercero es la reflexión de la luz de manera difusa de la superficie dental y el cuarto es la absorción y la dispersión de la luz. Estos cuatro fenómenos son diferentes en las zonas distintas del diente, y mientras que, en el esmalte; la hidroxiapatita produce una gran dispersión de la luz con la disminución del contenido mineral, lo que resulta en ser más translúcido y cuanto más mineralizado esta, aumentará su dispersión de la luz, en cambio la dentina debe su isotropía óptica a la presencia de los túbulos dentinarios, lo que nos ayudará a determinar principalmente el color del diente (Vaarkamp et al., 1995).

Existen algunos factores físicos secundarios que modifican la percepción visual del color del diente como son la translucidez, la opacidad, la iridiscencia, la textura de la superficie y la fluorescencia, siendo los más importantes para determinar la percepción de color, la translucidez y la opacidad (Terry et al., 2002).

El cambio de color está considerado como una alteración del color original y natural del órgano dentario y varia en apariencia, localización, severidad y adhesión a la estructura dental. Se puede dividir en dos grupos:

- Pigmentaciones intrínsecas: son aquellas que se producen en el interior del diente y pueden o no afectar la estructura del tejido dental

- Pigmentaciones extrínsecas: son aquellas que aparecen sobre la superficie dental y como consecuencia del depósito de sustancias cromógenas.

Cualquiera de las tinciones de los dos grupos puede ser permanente o transitoria, dependiendo de la duración y la exposición a la tinción (Russell et al., 2000).

Es importante saber que para que las tinciones extrínsecas se produzcan, es necesario que previamente se haya formado sobre la superficie dental la película adquirida o que existan ciertos restos de la membrana de Nashmith. Sin esta estructura proteínica previa es imposible que se produzca el depósito de pigmentos. Son muchas las sustancias alimenticias u otras sustancias en contacto con los dientes las que pueden producir coloración dental, aunque de forma extrínseca. Dentro de estas tinciones tenemos dos divisiones, las tinciones poco duraderas y las tinciones permanentes. La primera división suele desvanecerse con el cepillado, pero en las de la segunda división encontramos variables, en las que los alimentos que se consumen son condicionados por los colorantes que presentan y que tan habitual es el consumo de estos alimentos (Bagheri et al., 2005).

IV. Hipótesis

Hipótesis de Trabajo:

El Luxacrown presenta menor cambio de color, después de estar expuesto a colorante artificial durante 1 semana, que el Equia Forte.

Hipótesis Nula:

El Equia Forte presenta menor cambio de color, después de estar expuesto a colorante artificial durante 1 semana, que el Luxacrown.

V. Objetivos

V.1 Objetivo general

Determinar cuál material presenta menor cambio de color el Luxacrown o el Equia Forte, de estar expuesto a colorante artificial durante 1 semana.

V.2 Objetivos específicos

- Evaluar el cambio de color del Luxacrown después de estar expuesto a colorante artificial durante 1 semana.
- Evaluar el cambio de color del Equia Forte después de estar expuesto a colorante artificial durante 1 semana.
- Evaluar el cambio de color del Luxacrown después de estar expuesto a violeta de Genciana durante 1 semana.
- Evaluar el cambio de color del Equia Forte después de estar expuesto a violeta de Genciana durante 1 semana.
- Evaluar el cambio de color del Luxacrown después de estar expuesto a agua estéril durante 1 semana.
- Evaluar el cambio de color del Equia Forte después de estar expuesto a agua estéril durante 1 semana.
- Comparar el cambio de color del Luxacrown y del Equia Forte después de estar expuesto a colorante artificial durante 1 semana.
- Comparar el cambio de color del Luxacrown y del Equia Forte después de estar expuesto a violeta de Genciana y agua estéril durante 1 semana.

VI. Material y métodos

VI.1 Tipo de investigación

Experimental *in vitro*

VI.2 Población o unidad de análisis

Especímenes en disco de 15 mm de diámetro por 2 mm de alto según la especificación No.27 de la Asociación Dental Americana en 2016, conformados de cemento ionómero de vidrio de alta viscosidad compuesto de cristales de fluoroalumino-silicato de estroncio y ácido poliacrílico marca Equia Forte de GC, así como especímenes en disco de la misma medida; conformados de relleno de vidrio, dióxido de silicio en una matriz de metacrilatos multifuncionales, catalizadores, estabilizadores y aditivos marca Luxacrown de DMG.

VI.3 Muestra y tipo de muestra

10 especímenes de Equia Forte y 10 especímenes de Luxacrown basados en el tamaño de la muestra que se hicieron en el estudio realizado por Sulaiman et al. (2021) que se dividieron en 4 subgrupos:

- Subgrupo 1: 5 especímenes de cemento ionómero de vidrio de alta viscosidad marca Equia Forte, que fueron expuestos a 50 ml de agua esteril con colorante en gel Rojo navidad 1521 marca ENCO en una disolución de 1:5.
- Subgrupo 2: 5 especímenes de resina bisacrílica marca Luxacrown, que fueron expuestos a 50 ml de agua esteril con colorante en gel Rojo navidad 1521 marca ENCO en una disolución de 1:5.
- Subgrupo 3: 5 especímenes de cemento ionómero de vidrio de alta viscosidad marca Equia Forte, que fueron expuestos a 50 ml de Ibuprofeno suspensión 2g/100 ml marca Motrin.

- Subgrupo 4: 5 especímenes de resina bisacrílica marca Luxacrown, que fueron expuestos a 50 ml de Ibuprofeno suspensión 2g/100 ml marca Motrin.

Se agregaron dos grupos control, 10 especímenes de Equia Forte y 10 especímenes de Luxacrown basados en el tamaño de la muestra que se hicieron en el estudio realizado por Sulaiman et al. (2021) que se dividieron en 4 subgrupos:

- Subgrupo 5: 5 especímenes ionómero de vidrio de alta viscosidad marca Equia Forte, que fueron expuestos a 50 ml de agua esteril con violeta de Genciana en una disolución de 1:3.
- Subgrupo 6: 5 especímenes de resina bisacrílica marca Luxacrown, que fueron expuestos a 50 ml de agua esteril con violeta de Genciana en una disolución de 1:3.
- Subgrupo 7: 5 especímenes ionómero de vidrio de alta viscosidad marca Equia Forte, que fueron expuestos a 50 ml de agua esteril.
- Subgrupo 8: 5 especímenes de resina bisacrílica marca Luxacrown, que fueron expuestos a 50 ml de agua esteril.

VI.3.1 Criterios de selección

VI.3.1.1 Criterios de inclusión

Especímenes que presentaron superficie totalmente lisa, sin fracturas ni daños durante el fraguado, que conservaron la forma establecida por el molde.

VI.3.1.2 Criterios de exclusion

Especímenes que presenten fisuras, grietas o burbujas y todos aquellos especímenes que se dañaron durante el fraguado, se fracturaron o perdieron su forma.

VI.3.2 Variables estudiadas

La variable dependiente fue el cambio de color que corresponde a la alteración de la tonalidad original del material odontológico y las independientes fueron los espécimenes de ionómero de vidrio modificado con resina marca Equia forte de GC y los espécimenes de Resina Bisacrílica marca Luxacrown de DMG. Realizando la elaboracion de estos mediante las instrucciones del fabricante y llevando a cabo su elaboracion por la especificación ADA 27-2016.

Tabla 1. Representacion de las variables estudiadas.

VARIABLE DEPENDIENTE					
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICION	UNIDAD DE MEDIDA
Cambio de Color	Alteración de la tonalidad original del material odontológico.	Mediante la mezcla de tonos azules, rojos y verdes en una fotografía, midiendo su potencial de variación en los valores numéricos iniciales y finales.	Cuantitativa	Continua	Pixeles

VARIABLES INDEPENDIENTES					
VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICION	UNIDAD DE MEDIDA
Espécimen de ionómero de vidrio modificado con resina marca Equia Forte de GC	Disco de 15 mm x 2 mm conformado de cristales de fluoroaluminosilicato de estroncio y ácido poliacrílico, elaborado según la especificación ADA 27-2016.	Elaborado en un molde de polivinilsiloxano, mezclando líquido y polvo durante 10 segundos en un mezclador de capsulas a 4000 rpm, usando pistola de aplicación, esperar 3 minutos hasta su fraguado total.	Cuantitativa	Continua	-
Espécimen de Resina Bisacrílica marca Luxacrown de DMG.	Disco de 15 mm x 2 mm conformada de relleno de vidrio, dióxido de silicio en una matriz de metacrilatos multifuncionales, catalizadores, estabilizadores y aditivos, elaborado según la especificación ADA 27-2016.	Elaborado en un molde de polivinilsiloxano, usando el cartucho, pistola y punta mezcladora predosificadora, esperar 2 minutos para el fraguado.	Cuantitativa	Continua	-

VI.4 Metodología

El procedimiento se conformó de seis fases; fase 1: fabricación de moldes para confección de especímenes, fase 2: confección de especímenes, fase 3: toma de fotografías preexposición a las soluciones, fase 4: exposición de los especímenes a las soluciones, fase 5: toma de fotografías posterior a la exposición en las soluciones, fase 6: recopilación de datos y comparación de estos.

VI.5 Procedimientos

En la fase 1 se confeccionó un molde de silicona mediante una mufla de plástico, mezclando base y catalizador a partes iguales dentro de una taza medidora de vidrio, el cual se realizó colocando nueve modelos impresos en tercera dimensión del tamaño estandarizado de los discos, donde se reproducirán los especímenes.

Figura 1. Mufla de plástico con los modelos impresos en tercera dimensión del tamaño estandarizado de los discos.



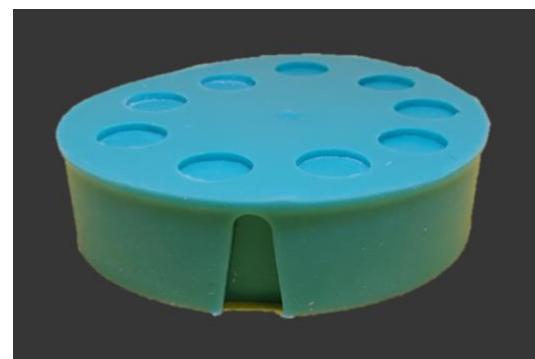
Figura 2. Silicona Elite 22 utilizada para la confección del molde



Figura 3. Mezclado de silicona en partes iguales y colocación de la silicona dentro de la mufla de plastico.



Figura 4. Molde confeccionado



Se continuo con la fase 2 en donde se confeccionaron 40 discos de 15 mm por 2 mm según la especificación No. 27 de la Asociación Dental Americana en 2016. Se confecciono el primer grupo de 20 especímenes, se presionó la capsula de Equia Forte para activarla, esta se colocó en un mezclador de capsulas de alta velocidad a 4000 rpm durante 10 segundos, posteriormente usando pistola de aplicación se dieron un par de clicks para verificar la activación de la capsula, se llevó el material al molde de silicona hasta cubrir la cavidad del disco, se colocó una loseta de vidrio sobre el molde generando ligera presión para obtener el espécimen sin burbujas hasta terminar el fraguado después de dos minutos y 30 segundos después de la activación de la capsula.

Para la confección de los 20 especímenes del segundo grupo, se desinfectó el molde de silicona con alcohol etílico de 96°, posteriormente se colocó el cartucho de Luxacrown en una pistola dispensadora dual PROTEMP de 3M, se colocó una punta mezcladora azul 10:1 en la pistola y se llevó el material al molde hasta cubrir la cavidad del disco, se colocó una loseta de vidrio sobre el molde generando ligera presión para obtener el espécimen sin burbujas hasta terminar el fraguado después de tres minutos después del primer click de la pistola para mezclado del material.

Figura 5. Pistola PROTEMP de 3M, punta mezcladora azul 10:1 y cartucho de resina bisacrílica Luxacrown.



Figura 6. Pistola de aplicación de GC, capsulas de Equia Forte y mezclador de capsulas SOFTLY.



Figura 7. Confección de Especímenes



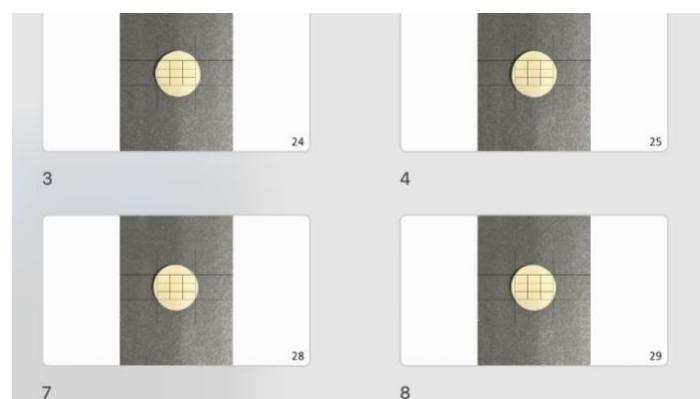
Se prosiguió a la fase 3 donde se marco a los especímenes con un numero de manera aleatoria del 1 al 40 para su identificación, posteriormente cada especimen se colocó en un fondo negro, bajo el mismo brillo, fuente de luz y medio ambiente, a una distancia de 8 cm que por medio de un trípode, se colocó el dispositivo iPhone 14 ajustando el lente con autoenfoque se tomó la fotografía. Posteriormente,

se colocó una retícula en cada fotografía para la medición de color digital, utilizando el software Microsoft PowerPoint, se importaron al software Medidor de Color Digital de MacOs con la finalidad de obtener los valores iniciales de RGB (rojo, verde, azul), cuantificándose en pixeles y registrando los valores mediante el programa de procesamiento Microsoft Excel.

Figura 8. Toma de fotografías estandarizando fuente de luz y medio ambiente y distancia del lente.



Figura 9. Colocación de retícula en software Microsoft PowerPoint



En la fase 4 se sumergieron los especímenes en las soluciones correspondientes en contenedores de vidrio estériles que fueron etiquetados de acuerdo con material y solución, donde se expusieron a las soluciones durante 7 días. Las soluciones fueron cambiadas cada 3 días, se sacaron los especímenes y se enjuagaron con agua estéril durante 2 minutos, se secaron con papel absorbente y se recolocaron en contenedores estériles con el recambio de la solución.

Las soluciones fueron de 50 ml cada una, en donde se dispusieron de la siguiente manera:

- Solución 1: 50 ml de Ibuprofeno suspensión 2g/100 ml marca Motrin.
- Solución 2: 50 ml de agua esteril con colorante en gel Rojo navidad 1521 marca ENCO en una disolución de 1:5.
- Solucion 3: 50 ml de agua esteril.
- Solucion 4: 50 ml de agua esteril con violeta de Genciana en una disolución de 1:3.

Figura 10. Especímenes en los contenedores de vidrio expuestos a las diferentes soluciones



Posteriormente se continua con la fase 5, la toma de fotografías despues de estar expuestos a las soluciones durante 7 días, cada especimen se colocó en un fondo negro, bajo el mismo brillo, fuente de luz y medio ambiente, a

una distancia de 8 cm que, por medio de un trípode, se colocó el dispositivo iPhone 14 ajustando el lente con autoenfoque se tomó la fotografía. Posteriormente, se colocó una retícula en cada fotografía para la medición de color digital, utilizando el software Microsoft PowerPoint, se importaron al software Medidor de Color Digital de MacOs con la finalidad de obtener los valores iniciales de RGB (rojo, verde, azul), cuantificándose en pixeles y registrando los valores mediante el programa de procesamiento Microsoft Excel.

Figura 11. Software Medidor de Color Digital de MacOs



En la fase 6 se realizó la recopilación de los datos y se agrupo por parámetros R, G y B de la toma de color inicial y toma de color final utilizando el software Microsoft Excel. Se llevó a cabo el procesamiento de los datos utilizando el software Prism 9. Considerando el valor de $p < 0.05$ para que fuera estadísticamente significativo.

VI.5.1 Análisis estadístico

Para realizar la comparación del cambio de color entre materiales Equia Forte y Luxacrown después de haber sido expuestos a soluciones con colorantes artificiales, se calcularon los promedios y las desviaciones estándar para la variable estudiada. Se hizo la prueba estadística de Wilcoxon, Tukey y ANOVA utilizando el software Graph Pad Prism 9.

VI.5.2 Consideraciones éticas

El presente estudio fue de tipo experimental in vitro en el cual no se hizo uso de sujetos humanos, ni animales, se realizó en materiales inertes de uso odontológico por lo que se solicitó previamente la autorización al Comité de Bioética de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro, el cual aprobó la continuación del mismo.

VII. Resultados

En el cuadro 1 se presenta la comparación de los valores de color de dos grupos experimentales Equia Forte y Luxacrown al estar expuestos a soluciones con colorantes artificiales durante una semana, se puede observar que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos, el estudio fue realizado mediante los parámetros de la escala RGB.

Cuadro 1. Comparación de los valores de promedio de color (RGB) de Equia Forte y Luxacrown al estar expuestos a soluciones con colorantes artificiales.

Solución	Material	Color Inicial			Color Final			Valor de p		
		R (n=40)	G (n=40)	B (n=40)	R' (n=38)	G' (n=37)	B' (n=39)	p R vs R'	p G vs G'	p B vs B'
Promedio										
C	Equia LC	251.2 250.8	229.2 230.8	163.6 165.2	246.4 239.6	215 221.2	158.2 173	0.1250 0.0625	0.0625 0.0625	0.6250 0.2500
	Valor de p	>0.9999	0.6250	0.6250	0.1250	0.3750	0.4375			
M	Equia LC	248.2 249	223.8 230.2	157 165.2	239.8 243.6	218.4 210.25	164.4 173.6	0.0625 0.1250	0.1250 0.1250	0.0625 0.2500
	Valor de p	0.6250	0.0625	0.0625	0.3125	0.3750	0.4375			
V	Equia LC	247 247.4	223.8 227.2	160.2 164	177.75 169.5	83.75 108	245.5 245.4	0.1250 0.1250	0.1250 0.1250	0.1250 0.0625
	Valor de p	0.8750	0.5625	0.6250	0.5000	0.5000	>0.9999			
A	Equia LC	249.2 247.8	228 228.4	161.4 165	237.6 235	218.8 218.2	167.6 177.6	0.0625 0.0625	0.0625 0.0625	0.6250 0.1250
	Valor de p	0.5000	>0.9999	0.1005	0.8125	>0.9999	0.4375			

C: Colorante rojo; M: Motrin; V: Violeta de Genciana; A: Agua estéril; R: Parámetro rojo; R': Parámetro rojo; G: Parámetro verde; G': Parámetro Verde; B: Parámetro Azul; B': Parámetro azul; LC: Luxacrown
Prueba de Wilcoxon

En el cuadro 2 se presenta la comparación de los valores de color de Equia FORTE antes y después de ser expuesto a soluciones con colorantes artificiales, se puede observar que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los parámetros R, G y B de la medición final.

Cuadro 2. Comparación de los valores de color (RGB) de Equia FORTE al estar expuestos a colorante artificial de diferentes soluciones.

Solución	Material	Color inicial			Color final		
		R (n=20)	G (n=20)	B (n=20)	R' (n=19)	G' (n=19)	B' (n=20)
Promedio							
CR	Equia	251.2	229.2	163.6	246.4	215	158.2
		248.2	223.8	157	239.8	218.4	164.4
		247	223.8	160.2	177.75	83.75	245.5
		249.2	228	161.4	237.6	218.8	167.6
Valor de p		0.0994	0.1281	0.2344	<0.0001	<0.0001	<0.0001

CR: Colorante rojo; M: Motrin; V: Violeta de Genciana; A: Agua bidestilada; R: Parametro rojo; R': Parametro rojo; G: Parametro verde; G': Parametro Verde; B: Parametro Azul; B': Parametro azul; LC: Luxacrown
Prueba ANOVA

En el cuadro 3 se muestra el análisis estadístico realizado Post Hoc en donde se confirma que Equia Forte en el parametro R' de la medicion final presenta diferencia estadísticamente significativa del control positivo. Sin embargo al comparar la solucion de Colorante Rojo con Motrin no presenta diferencia estadisticamente significativa.

Cuadro 3. Comparación del parámetro R' de color final Post Hoc entre soluciones de Equia FORTE

Solución	Solución	Valor de p
Colorante Rojo	Motrin	0.7297
Colorante Rojo	Violeta de Genciana	<0.0001
Motrin	Violeta de Genciana	<0.0001
Violeta de Genciana	Agua Bidestilada	<0.0001
Colorante Rojo	Agua Bidestilada	0.5265
Motrin	Agua Bidestilada	0.9851

Prueba de Tukey

En el cuadro 4 se muestra el análisis estadístico realizado Post Hoc en donde se confirma que el Equia Forte en el parámetro G' presenta diferencia estadísticamente significativa del control positivo.

Cuadro 4. Comparación del parametro G' de color final Post Hoc entre soluciones del Equia FORTE

Solución	Solución	Valor de p
Colorante Rojo	Motrin	0.9404
Colorante Rojo	Violeta de Genciana	<0.0001
Motrin	Violeta de Genciana	<0.0001
Violeta de Genciana	Agua Bidestilada	<0.0001
Colorante Rojo	Agua Bidestilada	0.9195
Motrin	Agua Bidestilada	0.9999

Prueba de Tukey

En el cuadro 5 se muestra el análisis estadístico realizado Post Hoc en donde se confirma que el Equia Forte en el parámetro B' presenta diferencia estadísticamente significativa del control positivo.

Cuadro 5. Comparación del parametro B' de color final *Post Hoc* entre soluciones del Equia FORTE

Solución	Solución	Valor de p
Colorante Rojo	Motrin	0.8902
Colorante Rojo	Violeta de Genciana	<0.0001
Motrin	Violeta de Genciana	<0.0001
Violeta de Genciana	Agua Bidestilada	<0.0001
Colorante Rojo	Agua Bidestilada	0.7055
Motrin	Agua Bidestilada	0.9823

Prueba de Tukey

En el cuadro 6 se presenta la comparación de los valores de color de Luxacrown antes y después de ser expuesto a soluciones con colorantes artificiales, donde se puede observar que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los parámetros R', G' y B' de la medición final.

Cuadro 6. Comparación de los valores de color (RGB) de Luxacrown al estar expuestos a colorante artificial de diferentes soluciones.

Solución	Material	Color inicial			Color Final		
		R (n=20)	G (n=20)	B (n=20)	R' (n=19)	G' (n=18)	B' (n=20)
Promedio							
CR		250.8	230.8	165.2	239.6	221.2	173
M	LC	249	230.2	165.2	243.6	210.25	173.6
V		247.4	227.2	164	169.5	108	245.4
AB		247.8	228.4	165	235	218.2	177.6
Valor de p		0.2420	0.4813	0.9004	<0.0001	<0.0001	<0.0001

CR: Colorante rojo; M: Motrin; V: Violeta de Genciana; A: Agua bidestilada; R: Parámetro rojo; R': Parámetro rojo; G: Parámetro verde; G': Parámetro Verde; B: Parámetro Azul; B': Parámetro azul; LC: Luxacrown
Prueba ANOVA

En el cuadro 7 se muestra el análisis estadístico realizado Post Hoc en donde se confirma que el Luxacrown en el parámetro R de la medición final presenta diferencia estadísticamente significativa del control positivo. Sin embargo, al comparar la solución de Colorante Rojo con Motrin no presenta diferencia estadísticamente significativa.

Cuadro 7. Comparación del parámetro R' de color final *Post Hoc* entre grupos de Luxacrown

Solución	Solución	Valor de p
Colorante Rojo	Motrin	0.9700
Colorante Rojo	Violeta de Genciana	<0.0001
Motrin	Violeta de Genciana	<0.0001
Violeta de Genciana	Agua Bidestilada	<0.0001
Motrin	Agua Bidestilada	0.7779
Colorante Rojo	Agua Bidestilada	0.9556

Prueba de Tukey

En el cuadro 8 se muestra el análisis estadístico realizado *Post Hoc* en donde se confirma que el Luxacrown en el parámetro G' presenta diferencia estadísticamente significativa del control positivo.

Cuadro 8. Comparación del parámetro G' *Post Hoc* entre grupos de Luxacrown

Solución	Solución	Valor de p
Colorante Rojo	Motrin	0.7939
Colorante Rojo	Violeta	<0.0001
Motrin	Violeta	<0.0001
Violeta	Agua Bidestilada	<0.0001
Motrin	Agua Bidestilada	0.9070
Colorante Rojo	Agua Bidestilada	0.9930

Prueba de Tukey

En el cuadro 9 se muestra el análisis estadístico realizado *Post Hoc* en donde se confirma que el Luxacrown en el parámetro B' presenta diferencia estadísticamente significativa del control positivo.

Cuadro 9. Comparación del parámetro B' *Post Hoc* entre grupos de Luxacrown

Solución	Solución	Valor de p
Colorante Rojo	Agua Bidestilada	0.8791
Colorante Rojo	Violeta	<0.0001
Motrin	Violeta	<0.0001
Violeta	Agua Bidestilada	<0.0001
Motrin	Agua Bidestilada	0.9160
Colorante Rojo	Motrin	0.9997

Prueba de Tukey

VIII. Discusión

Los materiales restaurativos estéticos, que se usan en los pacientes del campo odontopediátrico, presentan cambios de color al ser expuestos a colorantes artificiales. Debido a que muchos de los alimentos buscan tener colorantes en su composición para que sean más atractivos a la hora de ofrecer el alimento a este sector de la población.

En este estudio se utilizó el color A1 tanto en la resina bisacrílica como en el ionómero de vidrio de alta viscosidad. El grosor de los discos fue de 2 mm y el diámetro fue de 15 mm según la especificación No. 27 de la Academia Dental Americana.

La medición de color se cuantificó utilizando el software de medición de color digital de macOS para valorar los cambios de color. Existe controversia por la aproximación de color debido a que son sistemas que se basan en la percepción por imágenes fotográficas, que se estandariza por la cantidad de luz para la toma fotográfica y la distancia del lente ante la muestra.

Se expusieron las muestras en soluciones consumidas regularmente por la población pediátrica (Colorante rojo, Ibuprofeno en suspensión) durante una semana. Los discos se limpiaron con agua destilada en una charola y se secaron con papel absorbente, se observó que los discos cambiaron a un color clínicamente, más en los discos que fueron sometidos a colorante rojo que al ibuprofeno en suspensión. Sin embargo, al realizar el procesamiento de los datos, el cambio que se observó no fue estadísticamente significativo.

Mohan et al. (2021) evaluó el efecto en el que ayuda el Equia Forte Coat a mantener una estabilidad de color, a diferencia de solo colocar Equia Forte. Se prepararon sesenta discos de Equia Forte divididos en dos grupos, treinta de los discos no se colocó Equia Forte Coat, todos los discos fueron colocados en refresco

de cola durante una semana, los cambios de color de las muestras fueron determinados mediante el uso de un colorímetro, la diferencia de color se calculó mediante el método de la Commission Internationale de l'Éclairage (CIELAB) o $L^*a^*b^*$. Y expreso que había una diferencia significativa teniendo menos cambio de color el grupo al que se le aplicó el Equia Forte Coat.

De acuerdo con (Sever et. al. 2016) en donde realizaron un estudio para comparar los cambios de color de distintos materiales antes y después de ser expuestos a té y agua donde se puede resaltar que el Equia Forte presenta un cambio de color visible clínicamente pero no presenta diferencia estadísticamente significativa.

IX. Conclusiones

Bajo las condiciones de este estudio se rechaza la hipótesis de trabajo y se destaca que ambos materiales (Equia Forte y Luxacrown) cambian de color al estar expuestos a soluciones con colorantes artificiales, sin embargo, el cambio no es estadísticamente significativo. Destacando al material Equia Forte por su liberación de flúor, logrando un efecto anti-cariogénico, además del costo monetario y un proceso más asequible para su colocación.

X. Propuestas

Con base a los resultados obtenidos, también se sugiere llevar a cabo más experimentaciones con diversas variables como:

1. Comparación de propiedades mecánicas antes y después de la exposición a soluciones con colorantes artificiales: Este estudio podría investigar cómo la exposición a soluciones con colorantes artificiales afecta las propiedades mecánicas (dureza, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, etc.) de restauraciones dentales elaboradas con ionómero de vidrio y resina bisacrílica. Se podrían realizar pruebas mecánicas antes y después de la exposición a los colorantes para evaluar cualquier cambio en las propiedades mecánicas de los materiales.
2. Optimización de la formulación química para mejorar la resistencia a la decoloración por colorantes artificiales: Este estudio podría centrarse en la optimización de la formulación de materiales de restauración dental, como el ionómero de vidrio y la resina bisacrílica, para mejorar su estabilidad de color que se ve afectada por colorantes artificiales. Se podrían explorar diferentes aditivos o modificaciones en la composición de los materiales para minimizar la absorción de colorantes y mantener la estabilidad del color a largo plazo.

XI. Bibliografía

- Adusumilli, H., Avula, J. S. S., Kakarla, P., Bandi, S., Mallela, G. M. K., & Vallabhaneni, K. (2016). Color stability of esthetic restorative materials used in pediatric dentistry: An in vitro study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 34(3), 233–237.
- Malek Afzali, B., Ghasemi, A., Mirani, A., Abdolazimi, Z., Akbarzade Baghban, A., & Kharazifard, M. J. (2015). Effect of Ingested Liquids on Color Change of Composite Resins. *Journal of dentistry*, 12(8), 577–584.
- Bagheri, R., Burrow, M. F., & Tyas, M. (2005). Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *Journal of Dentistry*, 33(5), 389–398.
- Bentley, C., Leonard, R. H., Nelson, C. F., & Bentley, S. A. (1999). Quantitation of vital bleaching: By computer analysis of photographic images. *Journal of the American Dental Association*, 130(6), 809–816.
- Chu, S. J., Trushkowsky, R. D., & Paravina, R. D. (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry*, 38(2), 2–16.
- Coutinho, C., Hegde, D., Sanjeevan, V., Coutinho, I., & Priya, A. (2021). Comparative evaluation of color stability of three commercially available provisional restorative materials: An in vitro study. *Journal of Indian Prosthodontic Society*, 21(2), 161–166.
- Čulina, M. Z., Rajić, V. B., Šalinović, I., Klarić, E., Marković, L., & Ivanišević, A. (2022). Influence of pH cycling on erosive wear and color stability of high-viscosity glass ionomer cements. *Materials*, 15(3), 10.
- Dietschi, D., Campanile, G., Holz, J., & Meyer, J. M. (1994). Comparison of the color stability of ten new-generation composites: An in vitro study. *Dental Materials*, 10(6), 353–362.

- Gupta T, Mehra M, Sadana G, & Nischal M. (2020). Esthetic restoration of anterior teeth using temporization material in deciduous dentition: A case report. *Indian Journal of Conservative and Endodontics*, 5(1), 30.
- Judd PI, & Casas MJ. (1995). Psychosocial perceptions of premature tooth loss in children. *Ontario Dentist*, 72, 16.
- Kawashita, Y., Kitamura, M., & Saito, T. (2011). Early childhood caries. In *International Journal of Dentistry*. 2011, 1-7.
- Lee, J. Y., Shah, P. V., & Wright, J. T. (2004). Clinical success and parental satisfaction with anterior preveneered primary stainless-steel crowns. *Pediatric Dentistry*, 26(5), 391-395.
- Mohammadi, A., Bakhtiari, Z., Mighani, F., & Bakhtiari, F. (2021). Validity and reliability of tooth color selection by smartphone photography and software applications. *Journal of Indian Prosthodontic Society*, 21(3), 281–286.
- Mohan, M., Aljohani, Y., & Rosivack, R. G. (2021). Effect of a wear-resistant resin coat on the color stability of a resin-modified glass ionomer restorative material. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 39(3), 262–266.
- Nunn June H., Salina K. F. Ng, Sharkey Ian, & Coulthard M. (2001). The dental implications of chronic use of acidic medicines in medically compromised children. *Journal Pharmacy World & Science*, 23(3), 118–119.
- Ramírez Peña, A. H., Elvyra Rangel Padilla, E., Martínez-Menchaca, H. R., Rivera Silva, G., Arredondo Campo, G., Barba Borrego, N., Israel Martínez, G., & Valencia Hitte, R. (2017). Evaluación estética de seis tipos de coronas para dientes primarios. *Revista de Odontopediatría Latinoamericana*, 7(1), 6–15.
- Russell, M. D., Gulfraz, M., & Moss, B. W. (2000). In vivo measurement of colour changes in natural teeth. In *Journal of Oral Rehabilitation*. 27(9), 786-792.

- Sahana, S., Vasa, A. A. K., & Ravichandra, S.R. (2010). Esthetic crowns for primary teeth: a review. *Annals And Essences of Dentistry*, 2(2), 87–93.
- Savas, S., Colgecen, O., Yasa, B., & Kucukyilmaz, E. (2019). Color stability, roughness, and water sorption/solubility of glass ionomer-Based restorative materials. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 22(6), 824–832.
- Sever, E. K., Simenc, N., Rakic, M., Skenderovic, H., Sever, I., & Tarle, Z. (2016). Effects of bleaching agent on physical and aesthetic properties of restorative materials. *Dental Materials Journal*, 35(5), 788-795.
- Sulaiman, T. A., Suliman, A. A., Mohamed, E. A., Rodgers, B., Altak, A., & Johnston, W. M. (2021). Optical properties of bisacryl-, composite-, ceramic- resin restorative materials: An aging simulation study. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(6), 913–918.
- Terry, D. A., Geller, W., Tric, O., Anderson M. J., Tourville, M., & Kobashigawa, A. (2002). Anatomical form defines color: function, form, and aesthetics. *Journal of Practical Procedures & Aesthetic Dentistry*, 14(1), 59–68.
- Tinanoff, N., Baez, R. J., Diaz Guillory, C., Donly, K. J., Feldens, C. A., McGrath, C., Phantumvanit, P., Pitts, N. B., Seow, W. K., Sharkov, N., Songpaisan, Y., & Twetman, S. (2019). Early childhood caries epidemiology, aetiology, risk assessment, societal burden, management, education, and policy: Global perspective. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 29(3), 238–248.
- Tung, F. F., Goldstein, G. R., Jang, S., & Hittelman, E. (2002). The repeatability of an intraoral dental colorimeter. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 88(6), 585–590.
- Tüzüner, T., Turgut, S., Baygin, O., Yilmaz, N., Tuna, E. B., & Ozen, B. (2017). Effects of different pediatric drugs on the color stability of various restorative materials applicable in pediatric dentistry. *BioMed Research International*, 2017, 1-5.
- Vaarkamp J, ten Bosch J, & Verdonschot EH. (1995). Propagation of light through human dental enamel and dentine. *Caries Research*, 29(1), 8–13.

- Van der Burgt, T. P., Ten Bosch, J. J., Borsboom, P. C. F., & Kortsmit, W. J. P. M. (1990). A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J of Prosthetic Dentistry*, 63(2), 155–162.
- Waggoner, W. F. (2002). Restoring primary anterior teeth. *Pediatric Dentistry*, 24(5), 511–516.
- Watts A, & Addy M. (2001). Tooth discolouration and staining: a review of the literature. *British Dental Journal*, 190(6), 309–316.
- Yildirim, S., & Uslu, Y. (2020). Effects of Different Pediatric Drugs and Toothbrushing on Color Change of Restorative Materials used in Pediatric Dentistry. *Nigerian Journal of Clinical Practice*, 23(5), 610–618.
- Yoonis E, & Kukletová M. (2009). Tooth-Colored Dental Restorative Materials in Primary Dentition. *Scripta Medica*, 82(2), 108-114.

XII. Anexos

XII.1 Hoja de recolección de datos

Solución			
Fecha			
Numero de muestra	R	G	B
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
\bar{x}			
D.E.			
RANGO			